

Echo canceler

Patent number: CN1213907
Publication date: 1999-04-14
Inventor: TOSHINARI SUGANUMA [JP]; HOTORIKENSHI KAWANO [JP]
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]
Classification:
 - international: H04B3/23; H04M9/08
 - european: H04B3/23
Application number: CN19980118584 19980904
Priority number(s): JP19970254105 19970904

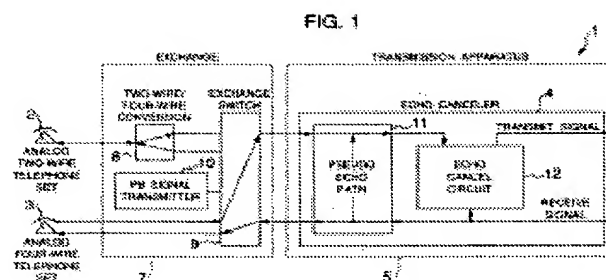
Also published as:

EP0901238 (A)
 US6618479 (B)
 JP11088922 (I)
 EP0901238 (A)
 CA2246757 (C)

Abstract not available for CN1213907

Abstract of corresponding document: **EP0901238**

An echo canceler for suppressing an echo of a receive signal contained in a transmit signal directed to a telephone circuit (6) and transferring the transmit signal subjected to echo suppression to the telephone circuit (6). The echo canceler includes a pseudo echo path (11) for attenuating and delaying the receive signal supplied from the telephone circuit (6) and adding the delayed receive signal to the transmit signal, and an echo cancel circuit (12) for estimating a transfer function of the pseudo echo path (11) on the basis of the receive signal supplied from the telephone circuit (6) and the echo of the receive signal, generating a pseudo echo on the basis of a value of the estimation and the receive signal, subtracting the pseudo echo from the transmit signal passed through the pseudo echo path (11), and thereby transferring the transmit signal subjected to echo suppression to the telephone circuit (6).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H04B 3/23
H04M 9/08

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98118584.3

[43]公开日 1999年4月14日

[11]公开号 CN 1213907A

[22]申请日 98.9.4 [21]申请号 98118584.3

[30]优先权

[32]97.9.4 [33]JP [31]254105/97

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪

[72]发明人 菅沼敏也

川野边健志

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

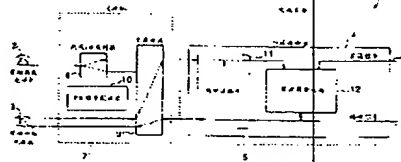
代理人 马浩

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 回波消除器

[57]摘要

一种回波消除器,用来抑制包含在发送信号中的接收信号的回波、再把发送信号传递到电话电路(6)。该回波消除器包括:一条伪回波路径(11),衰减和延迟从电话电路(6)供给的接收信号、再把接收信号加到发送信号上;和一个回波消除电路(12),根据接收信号和接收信号的回波估计伪回波路径(11)的传递函数、根据估计值和接收信号产生一个伪回波、从通过伪回波路径(11)的发送信号中减去伪回波、再把发送信号传递到电话电路(6)。



ISSN 1008-4274

专利文献出版社出版

权利要求书

1.一种回波消除器(4)，用来抑制包含在引导到一个电话电路(6)的发送信号中的接收信号的回波、并且把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路(6)，所述回波消除器包括：

一条伪回波路径(11)，包括用来衰减从电话电路供给的接收信号的衰减装置、用来延迟由所述衰减装置衰减的接收信号的延迟装置、及用来把由延迟装置延迟的接收信号加到发送信号上的加法装置；和

一个回波消除电路(12)，用来根据从所述电话电路(6)供给的接收信号和接收信号的回波估计伪回波路径(11)的传递函数、根据所述估计值和接收信号产生一个伪回波、从通过所述伪回波路径的发送信号中减去伪回波、并由此把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路。

2.根据权利要求1所述的回波消除器，进一步包括：

通话确定装置，用来确定电话电路(6)的使用状态是否是通话状态；

转换连接装置，用来进行伪回波路径(11)与回波消除电路(12)的转换连接；及

控制装置，响应在通话确定装置中电话电路(6)的使用状态是通话状态的判断，用来控制转换连接装置，从而连接伪回波路径与回波消除电路，以便把发送信号经所述回波消除电路传递到电话电路。

3.一种回波消除器(21)，用来抑制包含在引导到一个电话电路(6)的发送信号中的接收信号的回波、并且把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路，所述回波消除器包括：

一个回波消除电路(12)，用来根据从所述电话电路供给的接收信号和接收信号的回波产生一个伪回波、从引导到所述电话电路的发送信号中减去伪回波、并把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路；

通话确定装置，用来确定电话电路(6)的使用状态是否是通话状态；

转换连接装置(22)，用来进行电话电路(6)与回波消除电路(12)的转换连接；及

控制装置，响应在所述通话确定装置中电话电路(6)的使用状态是通话状态的判断，用来控制转换连接装置(22)，从而连接回波消除电路(12)与电话电路(6)，以便把发送信号经回波消除电路传递到电话电路。

说明书

回波消除器

本发明涉及一种用来抑制在电话电路的模拟两线/四线转换部分中由阻抗不匹配产生的接收信号回波的回波消除器。

利用常规的回波消除器，通过根据接收信号和该接收信号的回波估计回波路径的传递函数、根据估计的传递函数和接收信号产生一个伪回波、及从发送的信号中减去这个估计的回波，有可能抑制包含在发送信号中的接收信号回波。

而且，就回波路径传递函数的上述估计而论，在发送方向的信号仅是接收信号的回波的情况下，估计回波路径的传递函数是可能的。然而，在发送方向的信号包含接收信号的回波和发送信号的混合成分的情况下，不能估计回波路径的传递函数。

在常规的回波消除器中，确定当前状态是诸如发送信号和接收信号混合存在的状态之类的同时通话状态，还是仅有发送信号的状态。如果当前状态是同时通话状态，则停止用来估计传递函数的操作。

图 5 是方块图，表示采用这种常规回波消除器的回波消除器系统内部的示意结构。

图 5 中所示的回波消除器系统 100 包括：一个模拟两线电话机 101；一个模拟四线电话机 102；一个发送设备 104，带有一个回波消除器 103；及一个交换机 106，用来经发送设备 104 对模拟两线电话机 101、模拟四线电话机 102、和电话电路 105 进行交换和连接。

在这个交换机 106 内，包括有：一个两线/四线转换单元 107，连接到模拟两线电话机 101 上，以对发送和接收信号进行相互的两线/四线转换；一个交换开关 108，用来在两线/四线转换单元 107、模拟四线电话机 102、和发送设备 104 中进行切换连接；及一个 PB(按键拨号)信号发送器 109，用来把从模拟两线电话机 101 或模拟四线电话机 102 得到的 PB 信号发送到一个电路侧交换机。

回波消除器 103 包括一个回波消除电路 110，用来抑制包含在从模拟

四线电话机 102 供给的发送信号中的接收信号的回波。

在这样一种回波消除器系统 100 中，通过根据模拟两线电话机 101 的接收信号和接收信号的回波估计回波路径的传递函数、根据估计的传递函数和接收信号产生一个伪回波、及从发送的信号中减去伪回波，有可能在回波消除电路 110 中抑制接收信号的回波。

然而，常规回波消除器 103 具有这样一种结构，以致于如果判断当前状态是同时通话状态，则停止估计回波路径传递函数的操作。在发送信号和接收信号具有类似频率分量的情况下，有错误判断当前状态不是同时通话状态的担心，尽管当前状态是同时通话状态。如果在这样一种同时通话状态下估计回波路径的传递函数，则估计值受到干扰，并且发送信号的通话质量降低。

在这样一种回波消除器用于具有一条回波路径的电话电路的情况下，即使错误地判断当前状态不是同时通话状态并且估计回波路径的传递函数，尽管当前状态是同时通话状态，由发送信号通话质量的降低引起的干扰也是轻微的。

然而，在回波消除器 103 用于没有回波路径的电话电路的情况下，尽管当前状态是同时通话状态，也错误地判断当前状态不是同时通话状态。因此，估计不存在的回波路径传递函数、产生一个伪回波、及从发送的信号中减去伪回波。因而有发送信号通话质量的降低可能大大地受到影响的担心。

此外，在电话电路的种类中，有不产生回波的电路，如模拟四线电路和数字电话电路。在这样不产生回波的电话电路中，不需要回波消除器。

在带有回波消除器 103 的发送设备 104 侧，一般不能确定连接到交换机 106 上的电话电路 105 的种类是否是产生回波的电话电路。

换句话说，如果这样一种常规回波消除器 103 用于没有回波路径的电话电路并且当前状态是同时通话状态，那么通过错误地判断当前状态不是同时通话状态、估计不存在的回波路径传递函数、产生一个伪回波、及从发送的信号中减去该伪回波，把一个异常的刺耳噪声加到发送信号上，或者使发送信号无声，导致发送信号通话质量降低。常规回波消除器 103 具有这样的问题。

当从模拟两线电话机 101 向电路侧的电话机发出呼叫时，模拟两线电话机 101 的呼叫者摘下电话机 101 的听筒，并且从电路侧的交换机得到拨号音。并且呼叫者按下电路侧电话机的拨号号码。在这种拨号信号系统是 PB 系统的情况下，呼叫者侧的模拟两线电话机 101 发送一个代表拨号号码的 PB 信号到交换机 106。交换机 106 临时存储这个 PB 信号，并且把 PB 信号从包括在交换机 106 中的 PB 信号发送器 109 经发送设备 104 发送到电路侧交换机。

在从模拟两线电话机 101 向电路侧电话机发出呼叫的情况下，当 PB 信号从 PB 信号发送器 109 发送时，由于模拟两线电话机 101，回波路径不存在。当从常规回波消除器 103 查看时，出现一种同时通话状态，以拨号音作为接收信号并以 PB 信号作为发送信号。现在假定，在回波消除器 103 中错误地判断当前状态不是同时通话状态，尽管是同时通话状态。然后估计不存在的回波路径传递函数，产生一个伪回波，及从发送的信号中减去伪回波。因此，用来在交换机之间传递拨号信息的 PB 信号降低。由于这样不传递拨号信息，所以导致误连接和不完整连接。常规回波消除器具有这样一种问题。

另一方面，JP-A-5-14242 公开了一种控制回波消除器的方法。这种方法旨在能够愉快地通话，即使声音信号的电平极端地变化也是如此。然而，该文件没有公开防止由于同时通话的错误判断造成的通话质量降低。

而且，JP-A-5-218904 公开了一种控制回波消除器的方法。这种方法旨在解决当存在具有低频分量的双向输入信号时回波抑制效果下降的问题。然而，该文件也没有公开防止由于同时通话的错误判断造成的通话质量降低。

此外，JP-A-9-148966 公开了一种回波消除器，其中同时通话的判断由一个独立于一个回波消除单元的非线性处理器进行。因此，即使在回波消除单元中的同时通话判断经常变化，非线性处理器也能稳定的工作。然而，根据本发明的回波消除器具有不同于根据该文件的回波消除器的结构。

鉴于上述问题，提出了本发明。本发明的第一目的在于，提供一种能够用于没有回波路径的电话电路、并且即使引起同时通话状态也能够肯定

地改善发送信号的通话质量下降的回波消除器。

本发明的第二目的在于，提供一种即使用在同时通话状态下也能够肯定地防止 PB 信号的信号质量下降的回波消除器。

根据本发明第一方面的回波消除器是这样一种回波消除器，用来抑制包含在引导到一个电话电路的发送信号中的接收信号的回波，并且把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路，其中该回波消除器包括：一条伪回波路径，包括用来衰减从电话电路供给的接收信号的衰减装置、用来延迟由衰减装置衰减的接收信号的延迟装置、及用来把由延迟装置延迟的接收信号加到发送信号上的加法装置；和一个回波消除电路，用来根据从电话电路供给的接收信号和接收信号的回波估计伪回波路径的传递函数、根据估计值和接收信号产生一个伪回波、从通过伪回波路径的发送信号中减去伪回波、并由此把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路。

伪回波路径是一条模拟提供的回波路径，并且包括用来衰减从电话电路供给的接收信号的衰减装置、用来延迟由衰减装置衰减的接收信号的延迟装置、及用来把由延迟装置延迟的接收信号加到发送信号上的加法装置。即使错误地判断当前状态不是同时通话状态，尽管当前状态是同时通话状态，回波消除电路也进行估计伪回波路径的传递函数的操作。

这种回波消除电路根据从电话电路供给的接收信号和接收信号的回波估计伪回波路径的传递函数，根据估计值和接收信号产生一个伪回波，从发送信号中减去伪回波，并由此把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路。

因此，在根据本发明第一方面的回波消除器中，提供有伪回波，并且回波消除器根据从电话电路得到的接收信号和接收信号的回波估计伪回波路径的传递函数，根据如此估计的值和接收信号产生一个伪回波，从发送信号中减去伪回波。因此，如果回波消除器用于没有回波路径的电话电路并且即使导致同时通话状态，伪回波路径传递函数的估计值也不大受同时通话错误判断的干扰，因为伪回波路径总是存在的。结果，能肯定地防止发送信号的通话质量下降。

根据本发明第二方面的一种回波消除器，其特征在于，除根据第一方面的回波消除器的结构之外，该回波消除器还包括：通话确定装置，用来

确定电话电路的使用状态是否是通话状态；转换连接装置，用来进行伪回波路径与消除电路的转换连接；及控制装置，响应在通话确定装置中电话电路的使用状态是通话状态的判断，用来控制转换连接装置，从而连接伪回波路径与回波消除电路，以便把发送信号经回波消除电路传递到电话电路。

通话确定装置监视电话电路的使用状态。例如，通话确定装置根据从交换机供给的 SS 状态和从电话电路供给的 SR 状态，确定电话电路的使用状态是否是通话状态。

转换连接装置相当于一个开关，用来进行伪回波路径与回波消除电路的转换连接。转换连接装置把发送信号经回波消除电路传递到电话电路，或者把发送信号不经回波消除电路传递到电话电路。

控制装置根据由通话确定装置进行确定的结果，控制位于伪回波路径与回波消除电路之间的转换连接装置。例如，如果通话确定装置判断电话电路的使用状态是通话状态，则控制装置控制转换连接，以便连接伪回波路径与回波消除电路，并把发送信号经回波消除电路传递到电话电路。

在根据本发明第二方面的回波消除器中，如果判断电话电路的使用状态是通话状态，那么伪回波路径与回波消除电路相连接，并且发送信号经回波消除电路传递到电话电路。换句话说，在当电话电路的使用状态不是通话状态时呼叫发生时，PB 信号是发送信号被传递到电话电路而不通过回波消除电路。因此，除根据本发明第一方面的回波消除器的上述效果外，还能够肯定地防止回波消除电路降低 PB 信号的信号质量。

根据本发明第三方面的回波消除器是这样一种回波消除器，用来抑制包含在引导到一个电话电路的发送信号中的接收信号的回波，并且把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路，其特征在于该回波消除器包括：一个回波消除电路，用来根据从电话电路供给的接收信号和接收信号的回波产生一个伪回波、从引导到电话电路的发送信号中减去伪回波、并把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路；通话确定装置，用来确定电话电路的使用状态是否是通话状态；转换连接装置，用来进行电话电路与回波消除电路的转换连接；及控制装置，响应在通话确定装置中电话电路的使用状态是通话状态的判断，用来控制转换连接装置，从而连接回波消除电路

与电话电路，以便把发送信号经回波消除电路传递到电话电路。

对于与包括在根据第一和第二方面的回波消除器中的相同元件，将省略结构和操作的描述。

转换连接装置相当于一个开关，用来进行电话电路与回波消除电路的转换连接。转换连接装置把发送信号经回波消除电路传递到电话电路，或者把发送信号不经回波消除电路传递到电话电路。

控制装置根据由通话确定装置进行确定的结果，控制位于回波消除电路与电话电路之间的转换连接装置。例如，如果通话确定装置判断电话电路的使用状态是通话状态，则控制装置控制电话电路与回波消除电路的转换连接，以把发送信号经回波消除电路传递到电话电路。

因此，在根据本发明第三方面的回波消除器中，如果判断电话电路的使用状态是通话状态，那么伪回波路径与回波消除电路相连接，并且发送信号经回波消除电路传递到电话电路。换句话说，在当电话电路的使用状态不是通话状态时呼叫发生时，PB 信号是发送信号被传递到电话电路而不通过回波消除电路。因此，能够肯定地防止回波消除电路降低 PB 信号的信号质量。

图 1 是方块图，表示根据本发明的一种回波消除器的第一实施例中所示回波消除器系统的内部示意结构；

图 2 是方块图，表示是第一实施例主要部分的回波消除器的内部示意结构；

图 3 是方块图，表示根据本发明的一种回波消除器的第二实施例中所示回波消除器系统的内部示意结构；

图 4 是方块图，表示是第二实施例主要部分的回波消除器的内部示意结构；

图 5 是方块图，表示一种回波消除器系统的内部示意结构，该回波消除器系统表示一种常规回波消除器。

下文，通过参照附图将描述本发明实施例中所示的回波消除系统。

图 1 是方块图，表示第一实施例中所示回波消除器系统的内部示意结构。图 2 是方块图，表示是第一实施例中所示回波消除器系统的主要部分的回波消除器的内部示意结构。

图 1 中所示的一种回波消除器系统 1 包括：一个模拟两线电话机 2；一个模拟四线电话机 3；一个发送设备 5，带有一个回波消除器 4；及一个交换机 7，用来经发送设备 5 对模拟两线电话机 2、模拟四线电话机 3、和电话电路 6 进行交换和连接。

在这个交换机 7 内，包括有：一个两线/四线转换单元 8，连接到模拟两线电话机 2 上，以对发送和接收信号进行相互的两线/四线转换；一个交换开关 9，用来在两线/四线转换单元 8、模拟四线电话机 3、和发送设备 5 中进行切换连接；及一个 PB 信号发送器 10，用来把从模拟两线电话机 2 或模拟四线电话机 3 得到的 PB 信号发送到一个电路侧交换机。

如图 2 中所示，在发送设备 5 中包括的回波消除器 4 包括：一个接收信号输入端 4a，连接到电话电路 6 上以输入一个接收信号；一个接收信号输出端 4b，连接到交换机 7 上以输出接收信号；一个发送信号输出端 4d，连接到电话电路 6 上以输出发送信号；一条伪回波路径 11，用来衰减从接收信号输入端 4a 得到的接收信号、延迟如此衰减的接收信号、及把如此延迟的接收信号加到发送信号上；及一个回波消除电路 12，用来抑制包含在发送信号中的回波、且把如此经受回波抑制的发送信号传递到电话电路 6。

回波消除电路 12 根据从电话电路 6 得到的接收信号和接收信号的回波估计伪回波路径 11 的传递函数，根据如此估计的值和接收信号产生一个伪回波，从通过伪回波路径 11 的发送信号中减去这个伪回波，并由此把经受回波抑制的发送信号传递到电话电路 6。

现在将描述第一实施例中所示的回波消除器系统 1 的操作。

例如，在交换机 7 已经把模拟四线电话机 3 连接到发送设备 5 上的情况下，回波消除电路 12 估计伪回波路径 11 的传递函数。即使回波消除电路 12 错误地判断当前状态不是同时通话状态，尽管是同时通话状态，对发送信号通话质量的影响也是轻微的，因为伪回波路径 11 存在。

而且，在交换机 7 已经把模拟两线电话机 2 与发送设备 5 相连接的情况下，回波消除电路 12 估计在两线/四线转换单元 8 与伪回波路径 11 之间的回波路径的传递函数。即使回波消除电路 12 错误地判断当前状态不是同时通话状态，尽管是同时通话状态，对发送信号通话质量的影响也是轻微的，因为伪回波路径 11 存在。

根据第一实施例，提供有伪回波路径 11，并且回波消除电路 12 根据从电话电路 6 得到的接收信号和接收信号的回波估计伪回波路径 11 的传递函数，根据如此估计的值和接收信号产生一个伪回波，从发送信号中减去这个伪回波。因此，如果回波消除器系统用于一个没有回波路径的电话电路 6，并且即使导致同时通话状态，伪回波路径 11 的传递函数的估计值也不大受同时通话错误判断的干扰，因为伪回波路径 11 总是存在的。结果，肯定能改善发送信号的通话质量下降。

现在将描述第二实施例中所示的一种回波消除器系统。图 3 是方块图，表示第二实施例中所示回波消除器系统的内部示意结构。图 4 是方块图，表示是第二实施例中所示回波消除器系统的主要部分的回波消除器的内部示意结构。

与图 1 中所示回波消除器系统 1 的那些相同的元件用类似的标号表示，并且将省略其结构和操作的描述。

图 3 中表示一种回波消除器系统 20，其特征在于，伪回波路径 11 不提供在一个回波消除器 21 内，但回波消除器 21 带有一个用来进行电话电路 6 与一个回波消除电路 12 的转换连接的开关 22。

现在将描述第二实施例中所示的回波消除器系统 20 的操作。

例如，当从模拟两线电话机 2 向另一方的电话机发出呼叫时，作为模拟两线电话机 2 摘机的结果，模拟两线电话机 2 从另一方的交换机得到拨号音。在这种状态下，模拟两线电话机 2 的主叫用户按下另一方电话机的拨号号码。在拨号信令系统是 PB 系统的情况下，模拟两线电话机 2 把按下的 PB 信号发送到一个交换机 7。交换机 7 临时存储这个 PB 信号，并且此外把 PB 信号经一个 PB 信号发送器 10 发送到一个发送设备 5。

因此，直到另一方的电话机传来回答或摘机状态，来自交换机 7 的 SS 和来自电话电路 6 的 SR 都不进入接通状态。因此，直到另一方的电话机回答，开关 22 定位在一个“a”端子侧。在开关 22 定位在“a”端子侧的情况下，从发送信号输入端 4c 得到的一个发送信号被传递到另一方电话机的电话电路，而不通过回波消除电路 12。在这时，回波消除电路 12 对发送信号的通话质量不产生影响，直到另一方的电话机传来回答或摘机状态，即电话电路 6 的使用状态成为通话状态。

如果另一方的电话机传来回答或摘机状态，那么来自交换机 7 的 SS 和来自电话电路 6 的 SR 都进入接通状态。结果开关 22 与一个“b”端子侧相连接。

在开关 22 定位在“b”端子侧的情况下，从发送信号输入端 4c 得到的发送信号经回波消除电路 12 传递到另一方电话机的电话电路。在这时，回波消除电路 12 通过另一方电话机的回答或摘机、并因此使用状态成为通话状态，来抑制包含在发送信号中的接收信号的回波。

根据第二实施例，如果判断电话电路 6 的使用状态是通话状态，那么回波消除电路 12 与电话电路 6 连接，并且经回波消除电路 12 把发送信号传递到电话电路 6。换句话说，在当电话电路 6 的使用状态不是通话状态时呼叫发出时，作为发送信号的 PB 信号被传递到电话电路 6 而不通过回波消除电路 12。因此，回波消除电路 12 不影响 PB 信号的信号质量。因而有可能避免诸如由 PB 信号质量降低引起的不完整连接或误连接之类的问题。

在根据本发明第一方面带有上述结构的回波消除器中，提供有伪回波，并且回波消除器根据从电话电路得到的接收信号和接收信号的回波估计伪回波路径的传递函数，根据如此估计的值和接收信号产生一个伪回波，并从发送信号中减去这个伪回波。因此，如果回波消除器用于没有回波路径的电话电路并且即使导致同时通话状态，伪回波路径传递函数的估计值也不大受同时通话错误判断的干扰，因为伪回波路径总是存在的。结果，能肯定地改善发送信号的通话质量下降。

在根据本发明第二方面的回波消除器中，如果判断电话电路的使用状态是通话状态，那么伪回波路径与回波消除电路连接，并且经回波消除电路把发送信号传递到电话电路。换句话说，在当电话电路的使用状态不是通话状态时呼叫发出时，作为发送信号的 PB 信号被传递到电话电路而不通过回波消除电路。因此肯定地防止回波消除电路降低 PB 信号的信号质量成为可能。

在根据本发明第三方面的回波消除器中，如果判断电话电路的使用状态是通话状态，那么回波消除电路与电话电路连接，并且经回波消除电路把发送信号传递到电话电路。换句话说，在当电话电路的使用状态不是通话状态

时呼叫发出时,作为发送信号的 PB 信号被传递到电话电路而不通过回波消除电路。因此肯定地防止回波消除电路降低 PB 信号的信号质量成为可能。



说明书附图

图 1

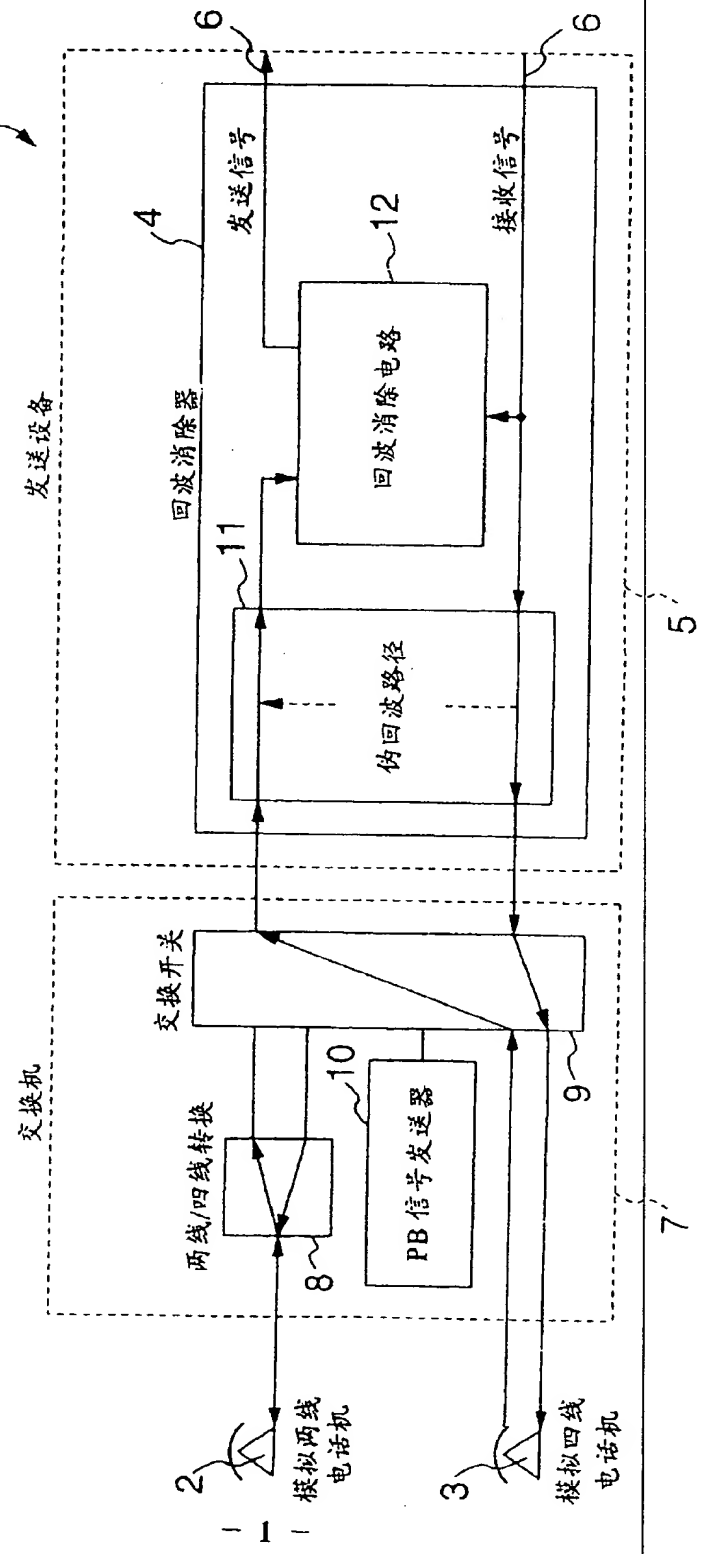


图2

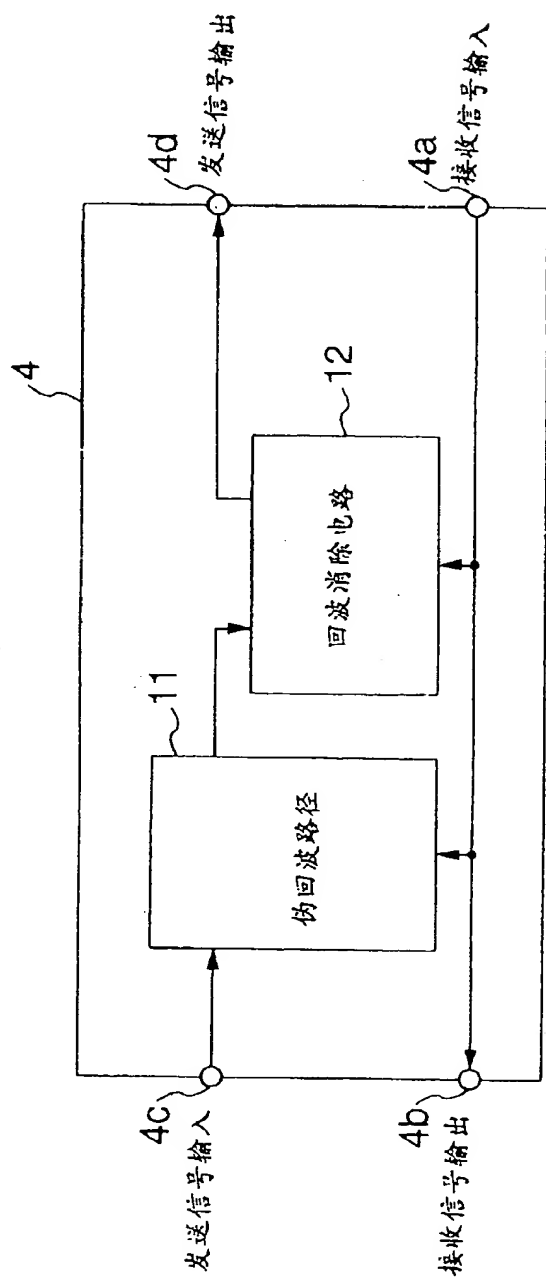


图 3

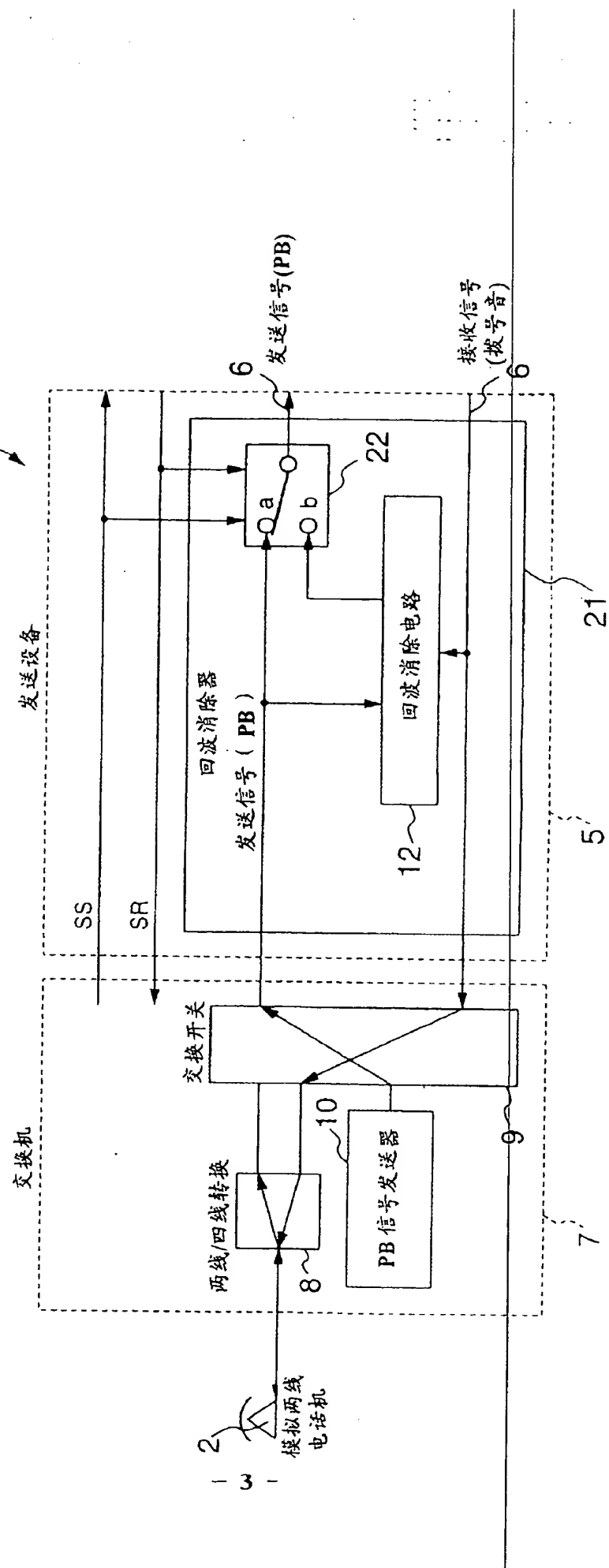


图 4

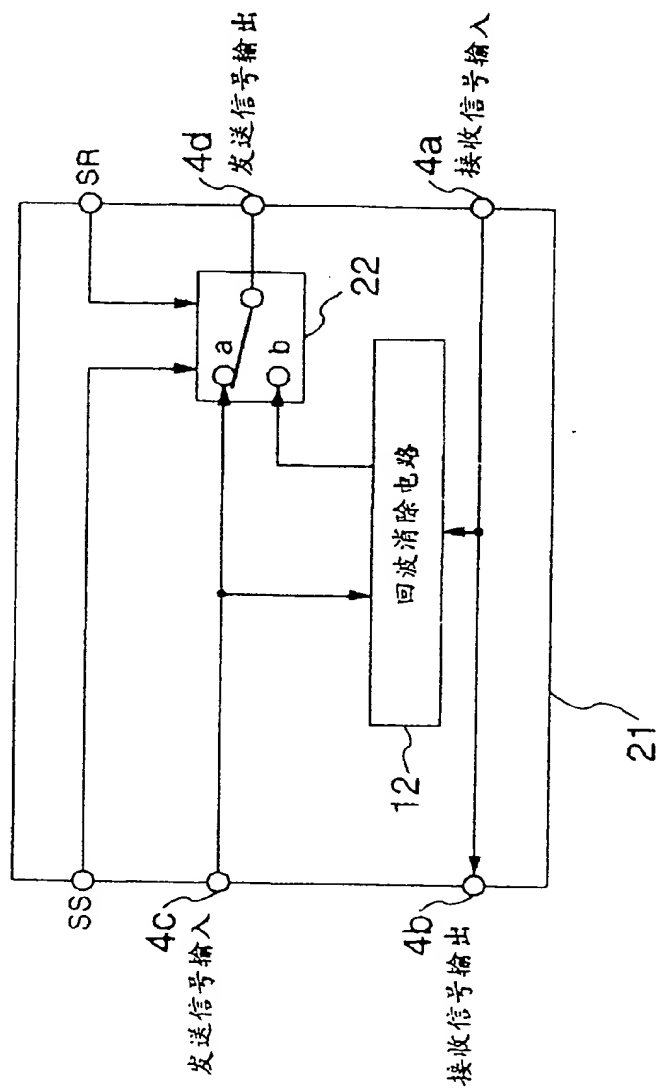
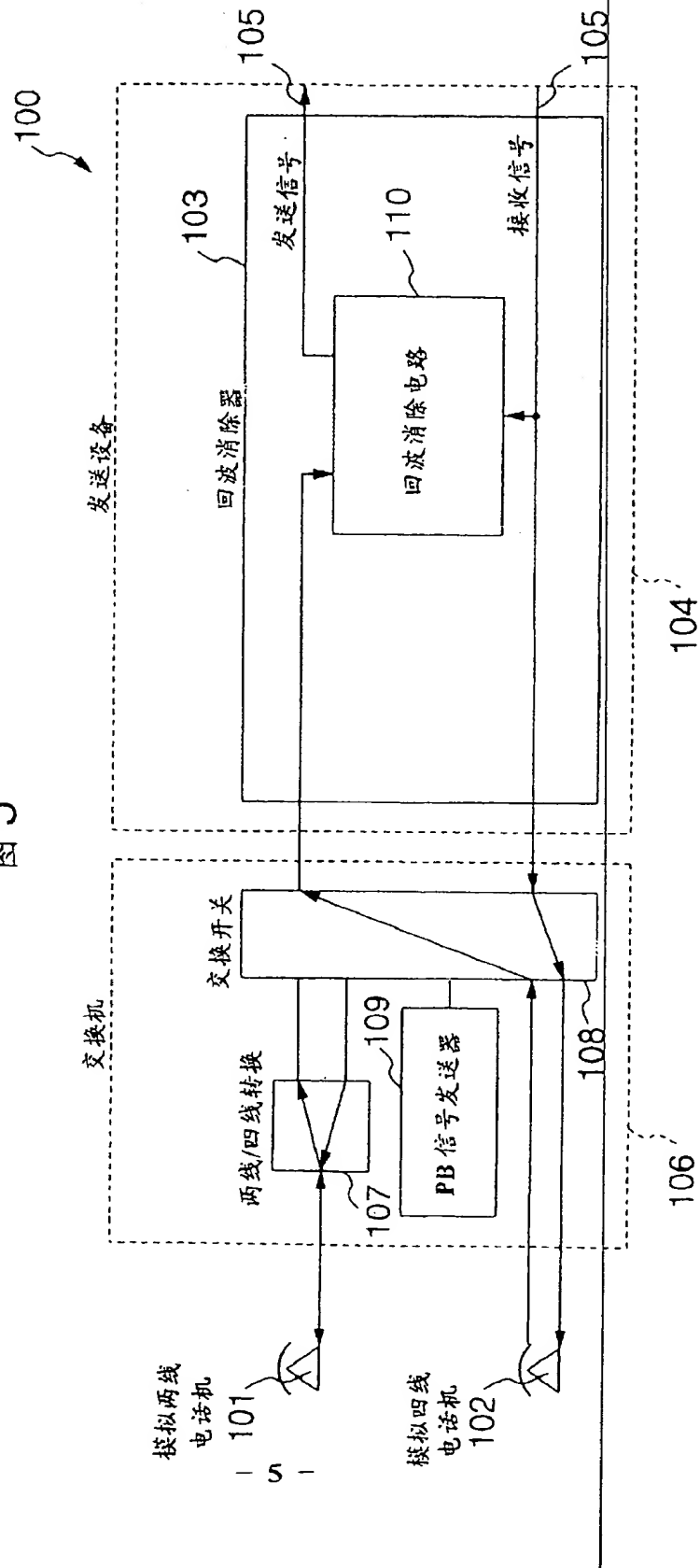


图 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.